

10/501567

PCT/EP 03/00136

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

EPO - DG 1

08. 04. 2003

(54)



REC'D 15 APR 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

102 00 763.2

**Anmeldetag:**

10. Januar 2002

**Anmelder/Inhaber:**Katana Technologies GmbH,  
Kleinmachnow/DE**Bezeichnung:**Vorrichtung und Verfahren für refraktive Laser-  
chirurgie**IPC:**

A 61 F 9/008

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 27. Februar 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Waasmaier

## VORRICHTUNG UND VERFAHREN FÜR REFRAKTIVE LASERCHIRURGIE

### Stand der Technik

Die Fehlsichtigkeit des menschlichen Auges (Myopie, Hyperopie, Presbyopie) gehört zu den „Hauptleiden“ der Menschheit. In den entwickelten Industrienationen hat sich in der Ophthalmologie die Fehlsichtigkeitskorrektur zu dem Bereich mit dem größten Marktvolumen entwickelt. Neben den klassischen Formen der Korrektur (Brille, Kontaktlinsen, Implantation einer neuen Augenlinse IOL) hat sich in den letzten Jahren die Korrektur durch kontrolliertes Abtragen (Ablation) der Corneaoberfläche mit Hilfe von Excimer- oder UV-Lasern (PRK-PhotoRefractive Keratectomy, LASIK-Laser Insitu Keratomileusis, LASEK-Laser Epithelial Keratomileusis) immer mehr durchgesetzt. Dabei wird die Oberflächenform und damit die „Brennweite“ der Cornea verändert. Als Methoden werden dazu sogenannte Breit-Strahl Abtragsverfahren mit geeigneten Masken als auch scannende Abtragsverfahren eingesetzt. Die sogenannte LASIK ist derzeit das mit großem Abstand am häufigsten angewandte Laserverfahren zur Korrektur der Fehlsichtigkeit. Dieses ist aber im Wesentlichen auf die Behandlung der Myopie beschränkt.

In den letzten Jahren sind Verfahren zum Schneiden der Flaps (1. Schritt der LASIK, s.u.) und zur sogenannten intrastromalen refraktiven Chirurgie entwickelt worden, die auf dem Einsatz von Femtosekunden-Lasern basieren [1,2].

Weiterhin sind folgende Patente bekannt:

- US 4907586 (Bille et al.) Method for Reshaping the Eye
- US 5984916 (Lai) Ophthalmic Surgical Laser and Method
- US 5656186 (Mourou et al.) Method for Controlling Configuration of Laser Induced Breakdown and Ablation
- US 5993438 (Juhasz et al.) Intrastromal Photorefractive Keratectomy
- US 6110166 (Juhasz) Method for corneal laser surgery

Bei der LASIK ist vor der eigentlichen Excimer-Laser-Ablation ein mechanisch ausgeführter Schnitt durch die Cornea (der sogenannte Flap) notwendig, mit einer hohen Komplikationsrate von ca. 5%, nicht zuletzt wegen des Infektionsrisikos infolge des mechanischen Schneidens.

Die auf Femtosekunden-Lasern basierenden nichtinvasiven Verfahren zur intrastromalen Fehlsichtigkeitskorrektur vermindern zwar das Infektionsrisiko, lassen aber im wesentlichen nur Korrekturen im Bereich von  $\pm 2$  dpt zu.

Die bisher in der Ophthalmologie zur Fehlsichtigkeitskorrektur fast ausschließlich eingesetzten ArF:Excimer-Laser weisen meist eine schlechte Strahlqualität auf und benötigen zum Betrieb ein giftiges/ätzendes Gas ( $F_2$ ) als Verbrauchsmaterial, was Risiken bei der Gaserneuerung bzw. bei der Bevorratung des Gases bedingt.

## Erfindung

Erfindungsgemäß sind eine Vorrichtung und ein Verfahren für refraktive Laserchirurgie mit den folgenden Merkmalen geschaffen. (vgl. Figur 1):

1. Mit Hilfe eines optischen Elementes MK (z.B. geteilter Spiegel, dichroitischer Spiegel, Prisma, Diffraktivoptiken) ist ein gemeinsamer Strahlengang für die Strahlung des fs-Lasers und des UV-Lasers gebildet, so dass für beide Laser der selbe Scanner eingesetzt werden kann. Die Spiegel des Scanners sind zu diesem Zweck mit einer geeigneten Beschichtung versehen, so dass die Wellenlänge der Strahlung des fs-Lasers und die Wellenlänge der Strahlung des UV-Lasers reflektiert werden können.
2. Zur Erzeugung der UV-Strahlung und der fs-Strahlung ist ein gemeinsamer Pumplaser vorgesehen.
3. Die Grundwellenimpulse zur UV-Erzeugung und die fs-Laserimpulse werden in dem selben Resonator-/Verstärkersystem erzeugt.
4. Kaskadierte Summenfrequenzmischung in 2 Schritten ( $\omega + \omega \rightarrow 2\omega$ ;  $2\omega + 2\omega \rightarrow 4\omega$ ) zur Erzeugung von UV-Strahlung im Wellenlängenbereich  $\geq 205$  nm in Verbindung mit der Kopplung UV-Laser/fs-Laser.
5. Kaskadierte Summenfrequenzmischung in 3 Schritten ( $\omega + \omega \rightarrow 2\omega$ ;  $\omega + 2\omega \rightarrow 3\omega$ ;  $3\omega + \omega \rightarrow 4\omega$ ) zur Erzeugung von UV-Strahlung im Wellenlängenbereich unterhalb 205 nm in Verbindung mit der Kopplung UV-Laser/fs-Laser.
6. Der Pumplaser ist ein diodengepumpter Festkörperlaser mit optionaler Frequenzkonversion.

Durch eine entsprechende Kombination von UV-Laser, Femtosekunden-Laser, 3-D-Tracking bzw. 2-D Tracking mit Aplanation und einem Scannersystem mit geeigneten Algorithmen ist sowohl das berührungslose Schneiden des Flaps (Minderung der Komplikationsrate) als auch das Schneiden beliebiger Formen in und aus der Cornea und damit die Fehlsichtigkeitskorrektur für Werte größer  $\pm 2$  dpt möglich.

Durch eine kaskadierte Frequenzvervielfachung ( $\omega + \omega \rightarrow 2\omega$ ;  $2\omega + 2\omega \rightarrow 4\omega$ ) eines Nah-Infrarot (NIR) Lasers können die Nachteile der Excimerlaser (schlechtes Strahlprofil, giftige Verbrauchsmaterialien) überwunden werden. Mit diesem Vervielfachungsschema ist die Strahlungserzeugung derzeit auf Wellenlängen  $\geq 205$  nm beschränkt, was weit oberhalb der bereits klinisch zugelassenen Wellenlänge von 193 nm liegt und infolge der größeren Eindringtiefe der  $> 205$ -nm Strahlung zu weniger präzisen Schnitten als die 193-nm Strahlung führt. Durch Einsatz einer kaskadierten Frequenzvervielfachung in drei Schritten ( $\omega + \omega \rightarrow 2\omega$ ;  $\omega + 2\omega \rightarrow 3\omega$ ;  $3\omega + \omega \rightarrow 4\omega$ ) sind mit Festkörperlaser UV-Wellenlängen deutlich unterhalb von 200 nm möglich.

## Literatur

- [1] D. Du, X. Liu, G. Kom, J. Squier, G. Mourou ; Laser induced optical break down by impact ionization with pulses from 7 ns – 150 fs; Appl. Phys. Lett., 64 (1994), 3071.
- [2] A. Heisterkamp et al.; Optimierung der Laserparameter für die intrastomale Schnittführung mittels ultrakurzer Laserpulse; Der Ophthalmologe, 98 Issue 7 (2001), 623-628.

Scanner + Tracker  
mit z-Stabilisierung  
des Fokus

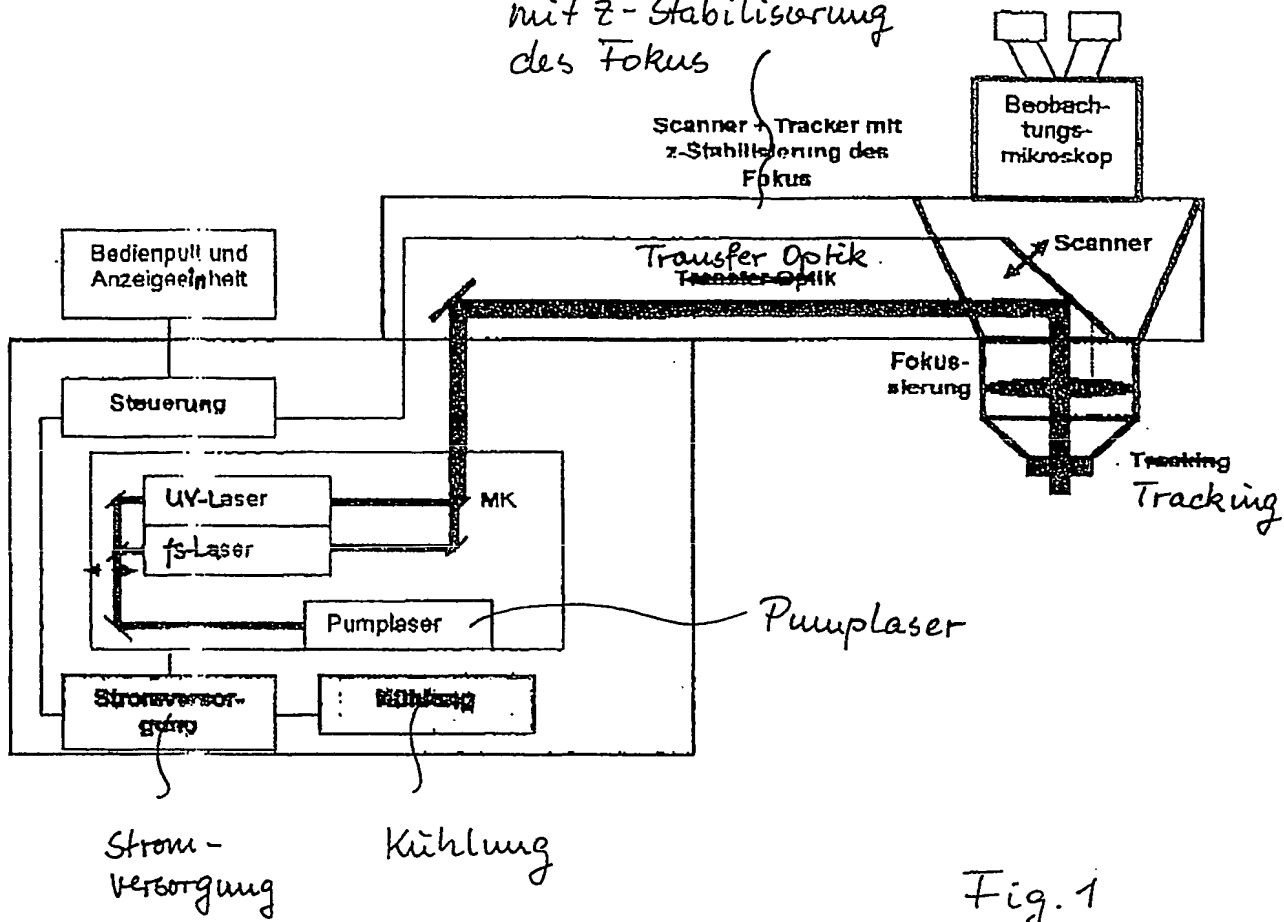


Fig. 1